

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **03-153842**

(43)Date of publication of application : **01.07.1991**

(51)Int.Cl.	C22C 38/00
	C21D 9/40
	C22C 38/18
	C23C 8/32
	F16C 33/32
	F16C 33/62

(21)Application number : **01-294288**

(71)Applicant : **NIPPON SEIKO KK**

(22)Date of filing : **13.11.1989**

(72)Inventor : **MITAMURA NOBUAKI**

(54) ROLLING BEARING

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture the rolling bearing having prolonged service life even if used under the conditions of quasi-high temps. to high temps. by subjecting an alloy steel obtd. by incorporating specified ratios of C, Cr, Si, Mn and O into Fe to carbonitriding heat treatment and executing hardening and high temp. tempering.

CONSTITUTION: An alloy steel contg., by weight, 0.3 to 0.6% C, 0.5 to 2.5% Cr, 0.3 to 1.5% Si, 0.3 to 1.7% Mn and ≤9ppm O, furthermore contg., at need, ≤3.0% Mo and the balance Fe with inevitable impurities is subjected to carbonitriding heat treatment and is thereafter subjected to hardening and high temp. tempering. As for the impurities, about 40ppm Ti, about ≤20ppm P and about ≤80ppm S are preferably regulated, and as the tempering temp., about 240 to 550°C is preferably regulated. In this way, the rolling bearing constituted of a bearing ring and a rolling element having prolonged service life even if used at quasi-high temps. to high temps. (about 120 to 550°C) can be obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平3-153842

⑤ Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)7月1日

C 22 C 38/00
 C 21 D 9/40
 C 22 C 38/18
 C 23 C 8/32
 F 16 C 33/32
 33/62

3 0 1 H

7047-4K
 8015-4K

7139-4K
 6814-3J
 6814-3J

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 転がり軸受

⑯ 特 願 平1-294288

⑰ 出 願 平1(1989)11月13日

⑱ 発 明 者 三 田 村 宜 晶 神奈川県川崎市川崎区大島4-1-18-302

⑲ 出 願 人 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 森 哲 也 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

転がり軸受

2. 特許請求の範囲

- (1) 軌道輪及び転動体からなる転がり軸受において、当該軌道輪及び転動体の少なくとも一つが、C: 0.3~0.6重量%、Cr: 0.5~2.5重量%、Si: 0.3~1.5重量%、Mn: 0.3~1.7重量%、O: 9ppm以下、残部Fe及び不可避の不純物の合金鋼に浸炭窒化熱処理、次いで焼入れ、高温焼戻しがなされたものからなることを特徴とする転がり軸受。
- (2) 軌道輪及び転動体からなる転がり軸受において、当該軌道輪及び転動体の少なくとも一つが、C: 0.3~0.6重量%、Cr: 0.5~2.5重量%、Si: 0.3~1.5重量%、Mn: 0.3~1.7重量%、Mo: 3.0重量%以下、O: 9ppm以下、残部Fe及び不可避の不純物の合金鋼に浸炭窒化熱処理、次いで焼入れ、高温焼戻しがなされたものからなることを特徴とする転がり軸受。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、自動車、農業機械、建設機械及び鉄鋼機械等に使用される転がり軸受に係わり、特に、トランスミッション、エンジン用として求められる長寿命な転がり軸受に関する。

(従来の技術)

軌道輪及び転動体からなる転がり軸受は、高面圧下で繰返しせん断応力を受けるといふ厳しい使われかたをするために、そのせん断応力に耐えて転がり疲労寿命(以下、寿命、という)を確保する必要がある。

そこで、従来は、軸受材料として高炭素クロム鋼軸受鋼Ⅱ種(SUJ-2)を用いて転がり軸受を構成し、これに焼入れ、焼戻しをしてロックウェル硬さHRC58~64にすることにより寿命の向上を図っていた。

また、転がり軸受を肌焼鋼を用いて形成することにより転がり軸受の寿命を向上する従来例も存在する。この従来例では、接触面圧に起因する内

部せん断応力分布に合わせて硬さカーブを設定する必要から、焼入れ性の良好な低炭素肌焼鋼SCr420H、SCM420H、SAE8620H、SAE4320H等を用い、これに浸炭熱処理を施すことにより、軌道輪及び転動体表面の硬さがHRC58~64であり、かつその芯部深さがHRC30~48になるようにして必要とされる寿命を確保していた。

このような従来の軸受用材料としては、例えば特開昭49-114516号に記載のものが存在する。この従来例では、C:0.36~0.50重量%、Cr:0.5~1.5重量%等を含有する転動接触体用中炭素浸炭鋼が開示され、この浸炭鋼によれば、浸炭時間の短縮、浸炭表面の残留オーステナイト量の低減により韧性、硬度、疲労強度が向上する旨が記載されている。

ところで、転がり軸受を使用する機械の高負荷化、高速化が進行すると軸受の使用条件が過酷になり、転がり軸受が準高温~高温下で使用されるようになると、次のような問題が生じて来た。

る。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、このような高温テンパー品では、寸法安定性を向上できる反面、高温テンパーによって硬さが低下して塑性変形等により寿命が低下する。

ところで、従来から鋼中の非金属介在物、特に、酸化物系介在物は、鋼材の機械的性質を悪化させることが知られている。しかし、前記従来の高Cr軸受鋼、低炭素合金鋼、又、肌焼鋼等では酸化物系介在物を減少させるための配慮がなく、故に寿命が低下すると言う課題もあることを本発明者は確認した。

そこで、この出願に係わる発明は、このような課題を解決するために、高温焼戻しを行っても硬さの低下がなく、かつ酸化物系介在物の発生も極めて少ないことにより、たとえ準高温~高温条件下の使用であっても長寿命な転がり軸受を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

このような目的を達成するために、請求項(1)記

その第1は転がり軸受の使用温度の上昇によって軸受の硬さが低下することにより、塑性変形が生じ寿命が低下する。その第2は、前記従来例のように残留オーステナイトを減少させると言ってもたとえわずかながらにも残留オーステナイトが軸受表面に存在すると、準高温~高温下ではこの残留オーステナイトがマルテンサイトに変態し、この結果、寸法変化が生じ所謂寸法安定性を害する。特に、近年、軸受の寸法安定性が厳しく要求されており、例えば、ジェットエンジン等に使用される転がり軸受等では僅かな寸法狂いが重大の事故に帰するおそれもある。従って、準高温~高温下で使用される転がり軸受については厳しい寸法安定性が必要となる。

そこで、従来は、準高温~高温下で使用される転がり軸受の寸法安定性を優先して解決するために、高炭素クロム鋼軸受(SUJ-2)及び肌焼鋼、浸炭鋼に高温テンパーを施し、残留オーステナイトを予めマルテンサイト化することにより寸法安定性に優れた高温テンパー品が提供されてい

る。この発明は、軌道輪及び転動体からなる転がり軸受において、当該軌道輪及び転動体の少なくとも一つが、C:0.3~0.6重量%、Cr:0.5~2.5重量%、Si:0.3~1.5重量%、Mn:0.3~1.7重量%、O:9ppm以下、残部Fe及び不可避の不純物の合金鋼に浸炭窒化熱処理、次いで焼入れ、高温焼戻しをなされてものからなることを特徴とするものである。

そして、請求項(2)記載の発明は、請求項(1)記載の合金鋼にMoを3.0重量%以下含有させたことを特徴とする転がり軸受に係る。

(作用)

この出願に係わる発明は、表面熱処理として従来の浸炭に代えて浸炭窒化をすることにより、高温焼戻しを行った際でも硬さの低下のおそれがなく、そして鋼中の炭素量を極力低減して、酸化物系介在物の発生を避けることにより長寿命の転がり軸受を提供することができる。

本発明において、浸炭窒化熱処理を採用した理由は、Nが焼戻し軟化抵抗性を向上するという特

性を利用したものである。従来の軸受鋼、肌焼鋼等の場合、高温テンパー、例えば250℃で焼戻しを行うと表面硬さはHRC60を下回り転がり軸受として必要な表面硬さを保持することができなくなる。これに対し、表面硬化熱処理として浸炭ではなく浸炭窒化を施すと、Nの焼戻し軟化抵抗性の向上作用により高温焼戻しの際でも十分な硬さを保持できる。従って、寸法安定性を向上するために高温焼戻し施しても十分な寿命を確保することが可能となる。

次に本発明における各含有元素の作用及び含有量の臨界的意義について説明する。

C ; 0.3 ~ 0.6 重量%

Cは焼入れ、焼戻し後の硬さを向上するために、必要な元素である。尚、浸炭窒化することにより軸受表面の炭素濃度は上がるため、この数値は芯部におけるCの含有量となる。

Cの含有量が0.6重量%を越えると表層部~芯部まで残留オーステナイト量が多くなり準高温~高温環境下寸法安定性が阻害される。また、素材

Crは焼入れ性及び焼戻し軟化抵抗性の向上に有効な元素である。また、微細な炭化物を均一に形成する析出硬化により、たとえ高温焼戻しを行っても十分な表面硬さを得られ、また基地の強靱性を向上することができる。そして、硬くて微細なCr炭化物により耐摩耗性を向上する働きもある。また、さらにCrは炭化物形成元素でもあるため、浸炭窒化層のC濃度を高める結果、浸炭阻害性のあるSiを多く含有しても材料の浸炭窒化性を高めることができる。

これらの作用、効果を発揮させ、必要な表面硬さHRC60以上(特に、61~70)を確保するためにCr含有量の下限を0.5重量%とした。

一方、含有量が2.5重量%を越えると均一な微細な炭化物が形成できにくくなり、素材の段階で巨大な炭化物が生じてしまい、この炭化物の回りで応力集中が生じることを原因として軸受寿命を低下するおそれがある。また、必要以上のCr含有量の増加はコスト的にも不利であるし、巨大炭化物を微細化しようとする高温での焼入れが必

の段階で巨大な炭化物が発生するため、機械加工性及び靱性が低下し破壊強度も低下する。

一方、含有量が0.3重量%未満であると浸炭窒化処理時間が長くなり、熱処理生産性が低下する。又、浸炭窒化温度を上げ処理時間の短縮しようするとNH₃ガスの分解速度が大きくなるため、窒素(N)が入り難くなりあまり温度を上げることができない(820~880℃)。そのため軸受の負荷時、せん断応力が働く深さのところまで必要な硬さを得るためのC%を得るためにも長時間必要となりコスト的に不利となる。

その他、軸受の寿命を向上する際に有害な酸化物系介在物を生成する酸素量は、炭素含有量が少なくなるに従って多くなり、この点から寿命を向上するに際して不利となる。従って、本発明では、中炭素鋼(C重量%; 0.3~0.6)にすることにより低酸素の高清浄度鋼を得ることができた。炭素含有量は0.35~0.45重量%であることが好ましい。

Cr ; 0.5 ~ 2.5 重量%

要となり熱処理生産性が低下する。よって、Crの含有量の上限を2.5重量%とした。

Si ; 0.3 ~ 1.5 重量%

Siは鋼の溶鋼時において脱酸剤として作用すると共に、固溶強化及び焼戻し軟化抵抗性を向上して軸受の寿命を延長するのに有効な元素である。しかし、その含有量が多くなると機械的強度の低下、被削性の低下、浸炭窒化性の低下につながるためSiの含有量を0.3~1.5重量%の範囲とした。

Mn ; 0.3 ~ 1.7 重量%

鋼の溶鋼時に脱酸、脱硫剤として作用すると共に、焼入れ性の向上に大きな役割を有し、しかも廉価であることから含有される。

しかしその含有量が多くなると軸受の寿命の向上が見られず、逆に非金属介在物が多く生じるために寿命が低下し、その他鍛造性、被削性等の機械加工性が低下する。よって、Mnの含有量を前記範囲内に限定したものである。

O ; 9ppm以下

Oは酸化物系非金属介在物(特に、 Al_2O_3)の発生元素として寿命を低下させるために、その含有量を極力低下する必要がある、そこで、その含有量の上限を9ppmとした。

尚、Alは、 Al_2O_3 等の酸化物系非金属介在物を生成し、その点において寿命に対し有害である。しかし、Al自体は結晶粒の粗大化を防止する作用を有するため、200~300ppm以下含有するのが有効である。

Mo; 3.0重量%以下

Moは前記Crと同様に焼戻し軟化抵抗性の向上に有効な元素であると共に、表層部に炭化物を形成する上で必要な元素である。また、焼入れ性の向上、焼入れ後の硬さの向上にも有効である。よって、請求項(2)記載の転がり軸受では請求項(1)記載の転がり軸受にさらにMoを含有することにより、軸受寿命をさらに向上している。

しかしながら、Mo含有量が3.0重量%を越えると前記Moの作用、効果の向上はそれほど上からず、逆に素材の段階で巨大な炭化物が形成さ

れて寿命を低下させるおそれがあり、コスト的にも不利であるからMo含有量の上限を3.0重量%とした。特に、0.1~3.0重量%であることが好ましい。

本発明では、前記各種元素の他に不可避の不純物が含有されることがある。このような不純物元素としては、例えば、Ti, S, P, がある。

TiはTiNの形で非金属介在物として出現する。このTiNは硬度が硬く、塑性変形能が小さいため、応力集中源となり寿命を低下させる。よって、Tiの含有量をできるだけ少なくすることが必要であり、好ましくは、その含有量を40ppm以下にすることが望まれる。

Pは耐衝撃性を低下させる元素である。よってその含有量を低下することが良く、20ppm以下とすることが望まれる。

SはMnS等の硫化物系非金属介在物生成の原因となる。MnSは硬度が低く、塑性変形能が大きいことから、圧延、鍛造等の前加工時割れ発生の起点として作用する。よって、鍛造等の前加工

時に割れ発生を防止し、より強加工を可能にするためにS含有量を極力低下することが良い。80ppm以下にすることが望まれる。

本発明において、軌道輪(内輪、外輪等)及び転動体の少なくとも一つの表層部には浸炭窒化、焼入れ、焼戻しの処理によって微細な炭化物が生ずる。

この炭化物は硬く耐摩耗性に優れ、その結果、使用温度が準高温~高温時の軸受の必要な硬さを確保することができるため、軸受の寿命を向上する。しかも、その大きさは微細であるため(0.5~1.0 μ m)負荷荷重に基づく応力集中を来すこともなく転がり軸受の寿命を向上することができる。

微細な炭化物の軸受表層部における存在及び焼戻し軟化抵抗性の向上により表面高さがH₁C60以上の高硬度の転がり軸受を得ることができる。

本発明の合金鋼に浸炭窒化を行い、これに焼入れ、高温焼戻しを施すことにより表層部に前記微細な炭化物を析出できると共に、残留オーステナ

イトを極力低減することが可能となる。残留オーステナイトは準高温~高温化でマルテンサイトに変態し、この時寸法変化が生ずるため、高温焼戻しにより芯部から表層部にかけての平均残留オーステナイト量を3体積%以下にすることが良い。

この時の焼戻し温度は、焼戻し温度が低いと残留オーステナイトを全てマルテンサイト化することが困難であるとの観点から、240~550℃程度であることが良い。

このような本発明により、準高温~高温(約120~550℃)下の使用であっても長寿命な転がり軸受を提供することができる。

(実施例)

次に本発明の実施例について説明する。

次の第1表に示す組成の供試材A~Hを溶製後、次いで第2表の条件に従って浸炭、浸炭窒化熱処理、焼入れ、焼戻しを行なった。

以下、余白

第 1 表

供試材	C	Cr	Si	Mn	Mo	O [※]	Fe
A	0.41	1.5	0.4	0.6	—	7	残
B	0.40	1.5	0.4	0.6	1.2	8	〃
C	0.41	1.5	0.4	0.6	—	7	〃
D	0.41	1.5	0.4	0.6	—	7	〃
E	1.0	1.5	0.3	0.3	—	7	〃
F	1.0	1.5	0.3	0.3	—	7	〃
G	0.2	1.1	0.3	0.7	—	12	〃
H	0.2	1.1	0.3	0.7	—	13	〃

第1表中の数値は各元素の含有量(重量%)を示した。また、酸素の含有量はppmで示した(*1)。そして、C含有量は素材の段階の値で、浸炭したものは浸炭後0.8~1.0重量%、浸炭窒化したものは浸炭窒化後0.7~0.9重量%となる。

以下、余白

てに温度を下げ、その温度で830℃、30分保持し、その後油焼入れを行った。

又、浸炭、浸炭窒化をしないで焼入れのみの場合は、R_xガス雰囲気中830℃保持し油焼入れをした。

この第1、2表において、供試材A、Bは本発明の合金鋼の実施例に係わるものであり、供試材Cは焼戻し温度が低い中炭素鋼の比較例、供試材Dは浸炭窒化ではなく浸炭を行う中炭素鋼の比較例、供試材Eは浸炭窒化を行わない高炭素の軸受鋼Ⅱ種の比較例、供試材Fは、さらに焼戻し温度が高温でない高炭素の軸受鋼Ⅱ種の比較例、供試材Gは浸炭窒化に変えて浸炭を行う低炭素鋼であり、酸素量が本発明の上限を越える12ppmの比較例、供試材Hは浸炭を行い、且つ焼戻し温度も高温でない低炭素鋼であり、酸素量が本発明の上限を越える13ppmの比較例である。

このようにして得られた各供試材の各々について、表面硬さ(H_{RC})を測定すると共に、平均残留オーステナイト量を求めた。浸炭窒化、浸炭

第 2 表

	熱 処 理		表面硬さ (H _{RC})	平均残留 オーステナイト量 (vol%)
	表面熱処理	焼戻し(℃)		
A	浸炭窒化	260	61.2	0
B	浸炭窒化	260	62.1	0
C	浸炭窒化	160	62.1	6
D	浸炭	260	59.8	0
E	—	260	59.0	0
F	—	160	61.8	9
G	浸炭	260	59.6	0
H	浸炭	160	62.0	4

この第2表に示す熱処理において、浸炭窒化は、R_xガス+エンリッチガス(1.5vol%) + アンモニアガス(3~5vol%)の雰囲気中で約3時間、820~850℃で浸炭窒化処理を行い、その後この状態から60℃までの油焼入れをし、更に、第2表に示してある温度で2時間、1回の焼戻しを行った。

一方、浸炭処理の場合は、930℃で3時間R_xガス+エンリッチガス雰囲気中で浸炭後830

処理した供試材では、残留オーステナイト量は表層部から芯部に渡って所定の勾配を持っているため、残留オーステナイト量としては表層部~芯部の平均値を採用した。第2表に各供試材について表面硬さ及び残留オーステナイト量の測定結果を示す。

供試材Aは、高温焼戻しにより平均残留オーステナイト量は0vol%である。そして、高温焼戻しにも拘わらず、浸炭窒化処理をしているために、表面硬さは十分な値(H_{RC}が60以上)を確保している。

供試材Bも供試材Aと同様の特性を有している。特に、供試材BはさらにMoが含有されているために、表面硬さがより大きくなる。

供試材Cは、焼戻し温度が低いため、残留オーステナイトがそのまま芯部~表層部にかけて存在する。

供試材Dは、焼戻し温度が供試材Aと同様であるので、残留オーステナイト量は0であるが、浸炭窒化の代わりに浸炭を行っているために、焼戻

し軟化抵抗性が十分でない。よって、表面硬さが供試材A等と比較して低下する。

供試材Eは従来の軸受鋼Ⅱ種(SUJ-2)である。この供試材Eにおいて、残留オーステナイトをマルテサイト化するために高温焼戻しを行うと、軟化が生じ軸受寿命を向上する上で必要な表面硬さHRCが60以上を確保することができなくなる。

供試材Fも従来の軸受鋼Ⅱ種(SUJ-2)である。高温焼戻しの軟化を避けると表面硬さはHRC60以上となるが、残留オーステナイトがそのまま残り、寸法安定性を害する。

供試材Gは従来の肌焼鋼SCr420である。この供試材Gは浸炭を行っているために、高温焼戻しの際の軟化を防止することができず、必要な表面硬さを確保することができない。

供試材Hは供試材Gと同じく従来の肌焼鋼SCr420である。高温焼戻しの軟化を避けると表面硬さはHRC60以上となるが、残留オーステナイトがそのまま残り、寸法安定性を害する。そ

して、供試材G、Hは共に酸素含有量が本発明の上限を越えるため、酸素含有量が9ppm以下の供試材A、Bと比較して寿命が低下することになる。

第1図に中炭素鋼(ベースC量=0.4重量%)と低炭素鋼(ベースC量=0.2重量%)の浸炭窒化時間とC%の深さ勾配の特性図を示す。尚、この第1図において、浸炭窒化に際し、ガス雰囲気は第2表で説明したものと同様とし、温度は850℃とした。

第1図から分かるように、本発明のように中炭素鋼の方が低炭素鋼と比較して、せん断応力が働く深さの所まで必要なC%を得るのに時間的にかなり有利であり、その結果コスト的にも有利であることが実証される。従って、供試材G、Hのように低炭素鋼では熱処理生産性が低下することになる。

第2図に高温下の寸法安定性の試験結果を示す。試験は、各供試材を170℃の高温槽に500時間放置した後、常温(20℃)に対する膨張率を

測定することにより行った(残留オーステナイトは高温下マルテンサイト化することにより膨張する)。

第2図から分かるように、焼戻し温度が通常値(160℃)である供試材C、F、Hは、残留オーステナイト量が0vol%にすることが出来ないで、膨張率が大きく寸法安定性に問題があることが分かる。特に、高炭素鋼であり、焼戻し温度が高温でもない供試材Fは最も残留オーステナイト量が多い。よって、焼戻し温度が高温(260℃)である本発明の合金鋼の実施例である供試材A、Bをはじめとして供試材D、E、Gの寸法安定性は他の供試材よりも向上する。

第3図に供試材C、D、E、F、Hの焼戻し温度と表面硬さの関係の特性を図示する。一般に焼戻し温度が高くなると表面硬さの値は低下するが、供試材Cのように浸炭窒化を行うと、Nの焼戻し軟化抵抗性の向上作用により表面硬さの低下の度合いが、浸炭窒化に変えて浸炭を行った供試材D、Hよりも少なくなる。供試材Dでは浸炭窒化に変

えて浸炭をすること以外は供試材Aと同様の条件であることから、浸炭窒化により焼戻し軟化抵抗性が向上することが実証される。供試材E、Fは高温焼戻しにより軟化する。

次に前記供試材A、B、D、E、Gを用いて、軸受外径62mm、軸受内径30mm、幅16mmの単列深溝球軸受(6206)を各々製造した。そして、日本精工株式会社製球軸受寿命試験機を用いて寿命(L₁₀)を測定した。

測定のための条件は、潤滑油=タービン油(日本石油株式会社製FBKオイルR068)、軸受負荷荷重=1400kgf(ラジアル荷重)、軸受回転数=2000rpm、試験温度=150℃である。寿命は、フレーキングに至るまでの回転の繰り返し数(サイクル)をもって表現した。

第4図は、供試材Aの場合の寿命を1とした場合の寿命の比較の特性図である。表面硬さが硬い程寿命を向上することができる。供試材A、Bでは焼戻し軟化抵抗性に優れているため、高温焼戻し後の表面硬さの低下を防ぐことができる結果、

良好な軸受寿命を確保することが可能となる。

また、供試材Gでは、酸素含有量が12ppmの如くであり、本発明の上限値を越えるため寿命低くなっているのが分かる。これに対して酸素含有量が9ppm以下の供試材A、Bでは寿命が良好な値になっているのが実証される。

本実施例では、軸受寿命を測定する際、内輪、外輪、転動体の全てについて前記供試材を用いて作成したが、少なくともその一つについて本発明のように形成することにより軸受寿命の向上を達成することが可能となる。

(発明の効果)

以上説明したように請求項(1)記載の発明によれば、高温焼戻しを行っても硬さの低下がなく、かつ酸化物系介在物の発生も極めて少ないことにより、たとえ準高温～高温条件下の使用であっても長寿命な転がり軸受を提供することができる。

そして、請求項(2)記載の発明は、請求項(1)記載の合金鋼に更にMoが含まれているため、焼戻し軟化抵抗性がより向上し、この結果、軸受寿命

がより向上した転がり軸受を提供することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、供試材表面からの距離と含有Cの重量%の関係を示す特性図、第2図は平均残留オーステナイト量と膨張率との関係からなる寸法変化の状態を示す特性図、第3図は焼戻し温度と表面硬さとの関係を示す特性図、第4図は表面硬さと軸受寿命との関係を示す特性図である。

特許出願人

日本精工株式会社

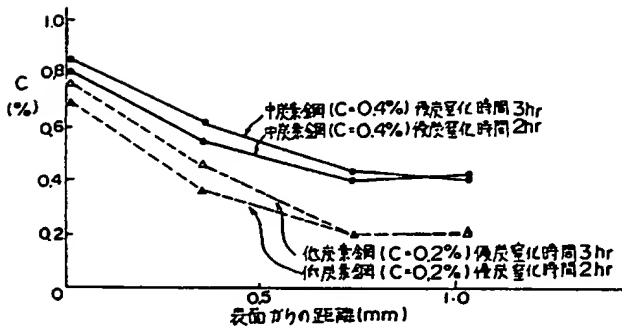
代理人 弁理士 森 哲也

弁理士 内藤 嘉昭

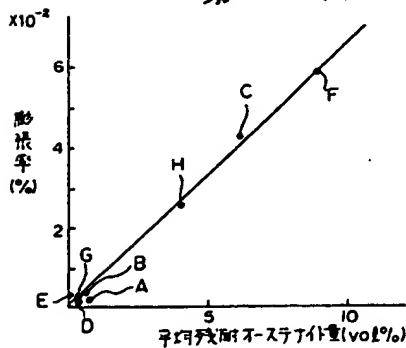
弁理士 清水 正

弁理士 大賀 真司

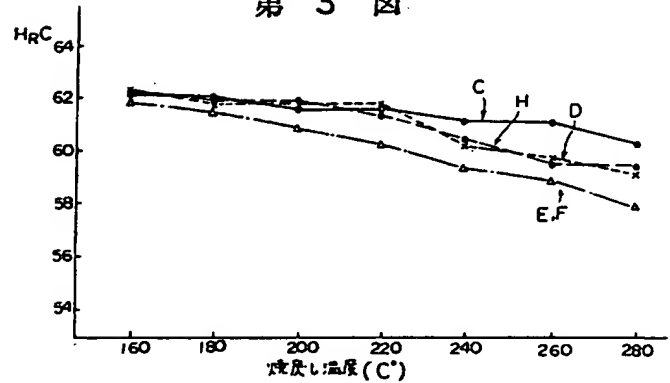
第1図



第2図



第3図



第4図

